



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 195 11 687 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 01 F 1/684  
G 01 F 1/692  
H 01 L 49/00

②1 Aktenzeichen: 195 11 687.9  
②2 Anmeldetag: 30. 3. 95  
④3 Offenlegungstag: 2. 10. 96

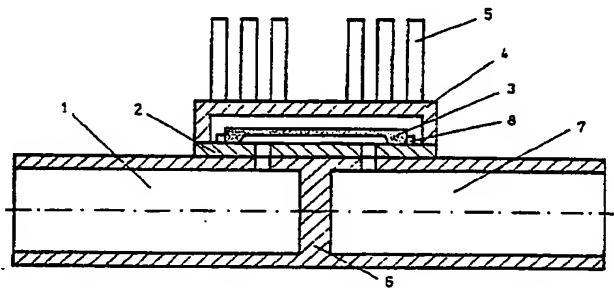
DE 195 11 687 A 1

⑦1 Anmelder:  
CMS Mikrosysteme GmbH Chemnitz, 09577  
Niederwiesa, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Krause, W., Dr.-Ing. Faching.f.Erfindungswesen,  
09648 Mittweida

⑦2 Erfinder:  
Rauch, Manfred, Dr.-Ing.habil., 09114 Chemnitz, DE;  
Nguyen, Nam Trung, Dipl.-Ing., 09126 Chemnitz, DE;  
Kiehnscherf, Richard, Dr.-Ing., 09123 Chemnitz, DE

⑤4 Durchflußmengenaufnehmer

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Durchflußmengenaufnehmer nach dem elektrokalorischen Prinzip. Mehrere Heiz- und Meßwiderstände sind auf einem Substrat parallel zueinander angeordnet. Auf der anderen Seite befindet sich ein Graben, der kürzer als das Substrat ist, unterhalb dieser Widerstände. Mit der Befestigung auf einer Grundplatte, die weiterhin mit einem durch eine Rohrwand getrennten Rohr verbunden ist, und Öffnungen in den Rohrwänden und der Grundplatte zu den Enden des Grabens entsteht ein durchgehender Hohlraum für das zu kontrollierende Fluid. Durch das Einbringen eines Bypasses oder Nuten in den Wandungen der Stützen und der Grundplatte können auch hochviskose Medien oder Medien mit Partikeln kontrolliert werden.



DE 195 11 687 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 98 802 040/321

7/26

Meßanordnungen zum Bestimmen der Menge eines strömenden Mediums sind in einer Reihe von Publikationen zu finden. Basis der beschriebenen Lösungen stellt das elektrokcalorische Wirkprinzip dar. Ein Hauptaugenmerk gilt dabei der Ermittlung der Luftmenge im Ansaugkanal von Brennkraftmaschinen. Derartige Lösungen sind unter anderem in den Schriften DE OS 33 03 885, DE OS 34 44 347, DE OS 36 17 770, DE OS 36 28 017, DE OS 39 31 308, EP 0235 360 und US 44 09 828 aufgeführt.

Die Meßaufnehmer bestehen dabei aus einem Heizwiderstand und einem Meßwiderstand, der in Fließrichtung hinter dem Heizwiderstand angeordnet ist. Die Durchflußmenge wird auf der Grundlage von Änderungen der Wärmemenge ermittelt. Durch den Heizwiderstand erfolgt eine Erwärmung des zu messenden Fluids. Die Widerstände sind Bestandteile einer Widerstandsbrückenschaltung, wobei die Temperaturdifferenz zwischen dem Heizwiderstand und dem Fluid auf einem konstanten Wert gehalten wird und die erforderliche Kompensation ein Maß der Flußmenge ist.

Diese Lösungen werden im Ansaugrohr von Brennkraftmaschinen installiert und sind für eine Miniaturisierung bei einer Massenproduktion wenig geeignet. Durch den Einsatz von Metalldrähten als Widerstände wird dieser Umstand noch unterstrichen.

In den Schriften DE OS 36 04 202, DE OS 36 23 109, DE OS 42 41 333 und EP 0147 831 werden einzelne Meßfühler aufgezeigt, die in den Fluidstrom installiert werden müssen. Sie unterscheiden sich durch spezielle Konstruktionen und Anordnungen der Heiz-, Meßwiderstände und Auswerteelektronik voneinander. Für eine Miniaturisierung sind diese Anordnungen nicht geeignet.

Ein thermischer Durchflußsensor ist in der DE OS 36 28 017 aufgezeigt. Grundlage bildet ein Siliziumchip auf dem über einem elektrisch isolierendem Film sowohl der Heiz- als auch mit einem räumlichen Abstand der Meßwiderstand angeordnet sind. Das Siliziumchip ist unterhalb parallel zu einem der beiden Widerstände weggeätzt. Damit befindet sich zwischen dem Fluid und mindestens einem der Widerstände der elektrisch isolierende Film, der damit einen der Widerstände trägt. Hauptaugenmerk gelten dem Substrat, auf dem sowohl der Heiz- als auch der Meßwiderstand angeordnet sind, wobei zumindest ein Teil des Substrates, der mindestens einem dieser Widerstände entspricht sowie zusätzlich angrenzende Teile dieses Bereiches weggeätzt sind. Dazu wird das Substrat auf einer Stützplatte befestigt und der so beschriebene Sensor in den zu messenden Fluidstrom plziert.

Damit muß dieser Sensor innerhalb des Gefäßsystems des Fluids angeordnet werden.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen leicht zu installierenden Sensor zu schaffen, der sich weiterhin durch seinen einfachen Aufbau verbunden mit einer guten Reproduzierbarkeit in der Massenfertigung auszeichnet.

Dieses Problem wird mit den im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß ein kompletter Sensor mit einfach handzuhabenden Anschlußmöglichkeiten zur Verfügung steht. Insgesamt ist dieser leicht durch entsprechende Plastspritzeinrichtungen herstellbar. Das Substrat kann durch die bekannten Verfahren der Halblei-

terindustrie auch in großen Stückzahlen über die Anwendung von Wafern produziert werden. Mit dem Einsatz von herausgeführten elektrischen Kontakten in einem in der elektronischen Bauelementeindustrie angewandten Anschlußraster von 2,5 mm ergibt sich eine einfache Montagemöglichkeit mit den bestehenden Verfahren der Bauelementeträgertechnologie. Somit ist die Lösung in mit elektronischen Bauelementen versehenen Baugruppen integrierbar. Damit ergeben sich kompakte Baueinheiten, die wiederum Bestandteil weiterer Gerätebestandteile sein können. Die Realisierung selbst und die Herstellung von auf spezifische Anwendungsmöglichkeiten angepaßter Standardbaueinheiten, die innerhalb eines Baukastensystems einsetzbar sind, sind damit leicht möglich. Mit der Realisierung eines Bypasses in einer weiteren Ausführungsform können größere Flußmengen ausgewertet werden. Weiterhin ist bei dieser Anwendung die Gefahr einer Verstopfung durch im Fluid vorhandene Schmutzpartikel geringer. Der Nachteil einer Verstopfung des Kanals oder des Bypasses wird mit der Realisierung einer durchgehenden Nut mit den Abmessungen der Grundfläche des Grabens sowohl in der Grundplatte als auch in den Rohrwandungen der rohrförmigen Stutzen und Wegfall der Wand zwischen den Stutzen behoben. Damit können hochviskose Medien oder Medien mit Partikeln mengenmäßig ausgewertet werden. Durch den Einsatz mehrerer Meßwiderstände vor und nach dem Heizwiderstand ist eine bessere Empfindlichkeit unabhängig der Fließrichtung des Fluids erreichbar. Der Durchflußmengenaufnehmer eignet sich besonders für eine Miniaturisierung.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 angegeben.

Die Weiterbildung nach Patentanspruch 2 ermöglicht eine einfache Montagemöglichkeit des Substrates, eine einfache Kontaktiermöglichkeit der Widerstände zu den herausgeführten elektrischen Kontakten und durch vollständige Kapselung der elektrischen Bauteile eine einfache und unkomplizierte Handhabung des Durchflußmengenaufnehmers. Weiterhin wird durch diese Anordnung der Widerstände erreicht, daß der elektrische Widerstandswert unabhängig von sich einstellenden mechanischen Spannungen bei der Montage des Substrates auf die Grundplatte bleibt.

Eine einfache Realisierungsvariante für das Befestigen auf der Grundplatte zeigt die Weiterbildung nach Patentanspruch 3.

Die auf der Grundplatte angeordneten Anschlagelemente nach der Weiterbildung nach Patentanspruch 4 führen zu einer paßgenauen und einfachen Montage des Substrates auf der Grundplatte.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung des Durchflußmengenaufnehmers,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung einer weiteren Variante des Durchflußmengenaufnehmers mit einem Bypass,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung einer dritten Variante des Durchflußmengenaufnehmers mit einer Nut sowohl in der Grundplatte als auch in den Rohrwandungen der Stutzen und

Fig. 4 Anordnung eines Widerstandes.

An Hand der Fig. 1, die den Durchflußmengenaufnehmer im Schnitt darstellt, wird das erste Ausführungsbeispiel näher erläutert. Grundlage bildet das elektrokcalorische Wirkprinzip. Über Heizwiderstand wird das

Fluid erwärmt und die Reaktion des Fluids über Meßwiderstände erfaßt. Dazu werden auf einem Substrat 3, welches aus Silizium besteht, sowohl die Heizwiderstände als auch in Fließrichtung vor und nach diesen mehrere Meßwiderstände räumlich voneinander getrennt und parallel zueinander platziert. Damit besteht eine elektrische Isolation zwischen den einzelnen Widerständen. Dabei handelt es sich um implantierte einkristalline Siliziumwiderstände, die entsprechend der Fig. 4 so angeordnet sind, daß das elektrische Feld im Widerstand in einem Winkel von 45° zu der Kristallrichtung  $\langle 110 \rangle$  steht. Durch das Aufbringen mehrerer Widerstände als Meßwiderstände wird eine höhere Empfindlichkeit erreicht. Mit der Anordnung der Meßwiderstände in einer möglichen Fließrichtung hinter und vor den Heizwiderständen ist eine Strömungsumkehr erfaßbar. Weiterhin befinden sich auf dem Substrat 3 Kontaktstellen, die mit den einzelnen Anschlüssen der Widerstände elektrisch leitend verbunden sind. Diese Kontaktstellen stellen gleichzeitig Bondstellen dar, so daß eine leichte elektrische Kontaktierung zwischen den Bondstellen und elektrischen Drahtkontakten 5 gegeben ist. Diese elektrischen Drahtkontakte 5 sind so um das Substrat 3 platziert und aus dem Gehäuse 4 herausgeführt, daß ein Raster von 2,5 mm eingehalten wird. Damit ist der Durchflußmengenaufnehmer durch Montagetechnologien für elektronische Bauelemente auf entsprechende Bauelementeträger leicht montierbar und mit diesem kontaktierbar. Auf dem Bauelementeträger ist die Auswerteelektronik angeordnet und damit entsteht eine abgeschlossene Funktionseinheit, die analog eines Baukastensystems aufbaubar und anwendbar ist. Das Substrat 3 weist auf der mit den Widerständen bestückten gegenüberliegenden Seite einen geätzten Graben auf. Dieser Graben ist kürzer als das Substrat 3, berührt die Substratkanten nicht und befindet sich in Fließrichtung unterhalb der Widerstände. Das Substrat 3 ist mit einer Grundplatte 2 so verklebt, daß der Graben und die Oberfläche der Grundplatte 2 einen vollständig gasdichten Hohlraum bilden. Die Positionierung des Substrates 3 auf der Grundplatte 2 wird durch sechs Anschlagenelemente 8 unterstützt. Die Grundplatte 2 ist auf der anderen Seite mit rohrförmigen Stützen, die als Einlaß- 1 und Auslaßstutzen 7 fungieren, fest verbunden. Mittig unterhalb der Heizwiderstände befindet sich eine Rohrwand 6, so daß eine räumliche Trennung des Einlaß- 1 und Auslaßstutzens 7 vorhanden ist. In den Rohrwandungen der Stützen und der Grundplatte 2 sind zu den Enden des Grabens je eine durchgehende Öffnung vorhanden. Damit entsteht ein durchgehender Hohlraum vom Einlaßstutzen 1 über die durchgehende Öffnung in dessen Rohrwand und der Grundplatte 2 zum Graben des Substrates 3 und von dort über die durchgehende Öffnung der Grundplatte 2 und der Rohrwand des Auslaßstutzens 7 zu diesem selbst hin.

Ein zweites Ausführungsbeispiel wird an Hand der Fig. 2, die den Durchflußmengenmesser mit einem Bypass zeigt, näher erläutert.

Der Aufbau dieses Ausführungsbeispiels ist bis auf einen Unterschied analog dem ersten. Der Unterschied besteht in einer Öffnung oder mehreren Öffnungen, die als Bypass fungieren, in der Rohrwand 6 zwischen dem Einlaß- 1 und Auslaßstutzen 7. Diese ist dem zu messenden Durchflußmengen anpaßbar und es ergibt sich ein universeller Einsatz. Die Erfassung der Durchflußmenge erfolgt über den Kanal, der durch die durchgehenden Öffnungen in den Rohrwänden der Einlaß 1 und Auslaßstutzen 7, der Grundplatte 2 und dem Graben im Sub-

strat 3 gebildet wird. Dadurch ist es möglich, wesentlich größere Durchflußmengen als im ersten Ausführungsbeispiel zu erfassen.

Weitere Ausführungsbeispiele ergeben sich durch das Einbringen von Nuten in die Grundplatte 2 oder in die Grundplatte 2 und die Rohrwandungen der Einlaß- 1 und Auslaßstutzen 7. Diese Nuten entsprechen den Abmessungen der Grundfläche des Grabens im Substrat 3.

Im Falle einer Nut in der Grundplatte 2 entsteht analog zum zweiten Ausführungsbeispiel ein Kanal, der sich dadurch auszeichnet, daß der Querschnitt durch die Tiefe des Grabens des Substrates 3 und der Dicke der Grundplatte 2 bestimmt wird. Natürlich müssen bei dieser Lösung die Öffnungen in den rohrförmigen Einlaß- 1 und Auslaßstutzen zu der Nut hin vorhanden sein.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel entsprechend der Schnittdarstellung der Fig. 3 ist die Nut sowohl in der Grundplatte 2 als auch in den Rohrwänden des Einlaß- 1 und Auslaßstutzens 7 mit mindestens den Abmessungen der Grundfläche des Grabens im Substrat 3 realisiert. Dabei kommt das Fluid direkt mit dem Substrat 3 in Kontakt. Entfällt zusätzlich bei diesem Ausführungsbeispiel die Rohrwand 6, kann der Durchfluß auch stark verschmutzter Fluide mit dieser Anordnung ausgewertet werden. Die Nutwandungen sind dabei vom Graben im Substrat 3 zu den Einlaß- 1 und Auslaßstutzen 7 hin abgeschrägt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird das komplette Substrat 3 direkt in dem Fluidstrom platziert, wodurch ein umfassender Kontakt des Substrates 3 mit dem Fluid gegeben ist.

Die Ausführungsbeispiele unterstreichen die universellen Anwendungsmöglichkeiten des beschriebenen Durchflußmengenaufnehmers sowohl in der Makro- als auch Mikrotechnik.

#### Patentansprüche

1. Durchflußmengenaufnehmer nach dem elektrokalendarischen Prinzip, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf einem Substrat (3) Heizwiderstände und in Fließrichtung jeweils vor und nach diesen mindestens zwei Meßwiderstände, wobei die Anschlüsse der Heizwiderstände und der Meßwiderstände elektrisch mit Kontaktstellen verbunden sind, räumlich voneinander getrennt und parallel zueinander angeordnet sind, daß sich auf der gegenüberliegenden Oberfläche in Fließrichtung ein Graben unterhalb der Heizwiderstände und der Meßwiderstände befindet, daß dieser Graben kürzer als das Substrat (3) ist und die Substratkanten nicht berührt, daß das Substrat (3) mit dem Graben so auf einer Grundplatte (2) mit daran befestigten rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) platziert ist, daß entweder durch zwei durchgehende Öffnungen in der Grundplatte (2) und der Wandungen der rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) zu den Enden des Grabens des Substrates (3) hin, oder durch eine Nut in der Grundplatte (2) mit Öffnungen in den Wandungen der rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) zu der Nut hin oder durch eine Nut in der Grundplatte (2) und den Wandungen der rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) mit der Länge des Grabens und zu diesem positioniert, wobei die rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) miteinander verbunden und entweder durch eine Rohrwand (6) voneinander getrennt sind oder daß diese Rohrwand (6)

mindestens eine Öffnung in Längsrichtung zum Substrat (3) aufweist, ein durchgehender Hohlraum vom rohrförmigen Einlaßstutzen (1) über entweder dessen Öffnung, den Graben im Substrat (3), der Öffnung des rohrförmigen Auslaßstutzens (7) oder der Nut in der Grundplatte (2) mit den Öffnungen in den Wandungen der rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) oder der Nut in der Grundplatte (2) und den Wandungen der rohrförmigen Einlaß- (1) und Auslaßstutzen (7) zum rohrförmigen Auslaßstutzen (7) vorhanden ist.

2. Durchflußmengenaufnehmer nach Patentanspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß sich das Substrat (3) in einem abgeschlossenen Gehäuse (4) befindet und aus Silizium besteht, daß die Heiz- und Meßwiderstände implantierte Siliziumwiderstände, die so angeordnet sind, daß das elektrische Feld im Widerstand mit einem Winkel von  $45^\circ$  zu der Kristallrichtung  $\langle 110 \rangle$  des Siliziums steht, darstellen und daß die Kontaktstellen als Bondstellen, wobei diese mit aus dem Gehäuse (4) herausgeführten elektrischen Drahtkontakten (5) verbunden sind, ausgeführt sind.

3. Durchflußmengenaufnehmer nach den Patentansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Substrat (3) bis auf die Grabenfläche flächig auf der Grundplatte (2) verklebt ist.

4. Durchflußmengenaufnehmer nach den Patentansprüchen 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß sich auf der Grundplatte (2) mindestens ein Anschlagselement (8) für das Substrat (3) befindet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

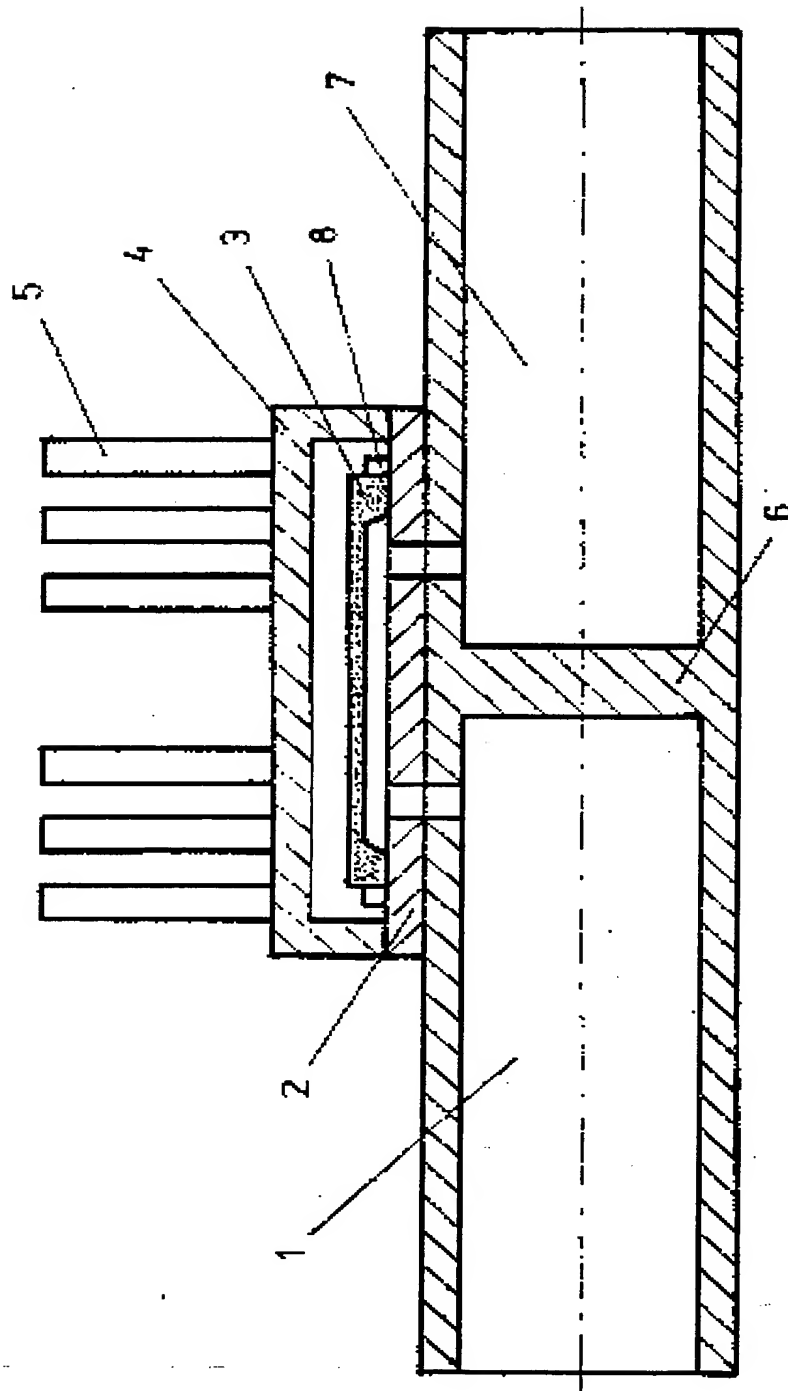
45

50

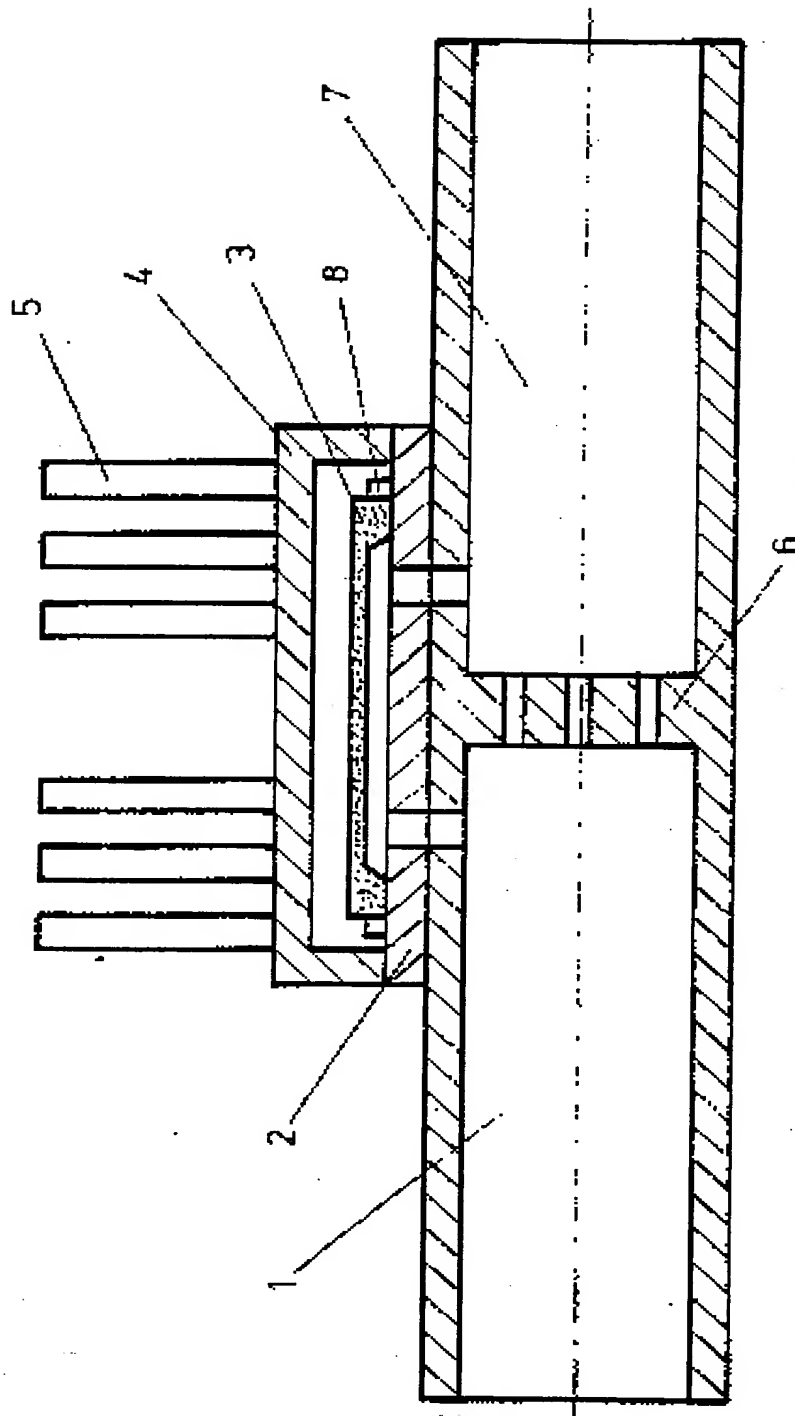
55

60

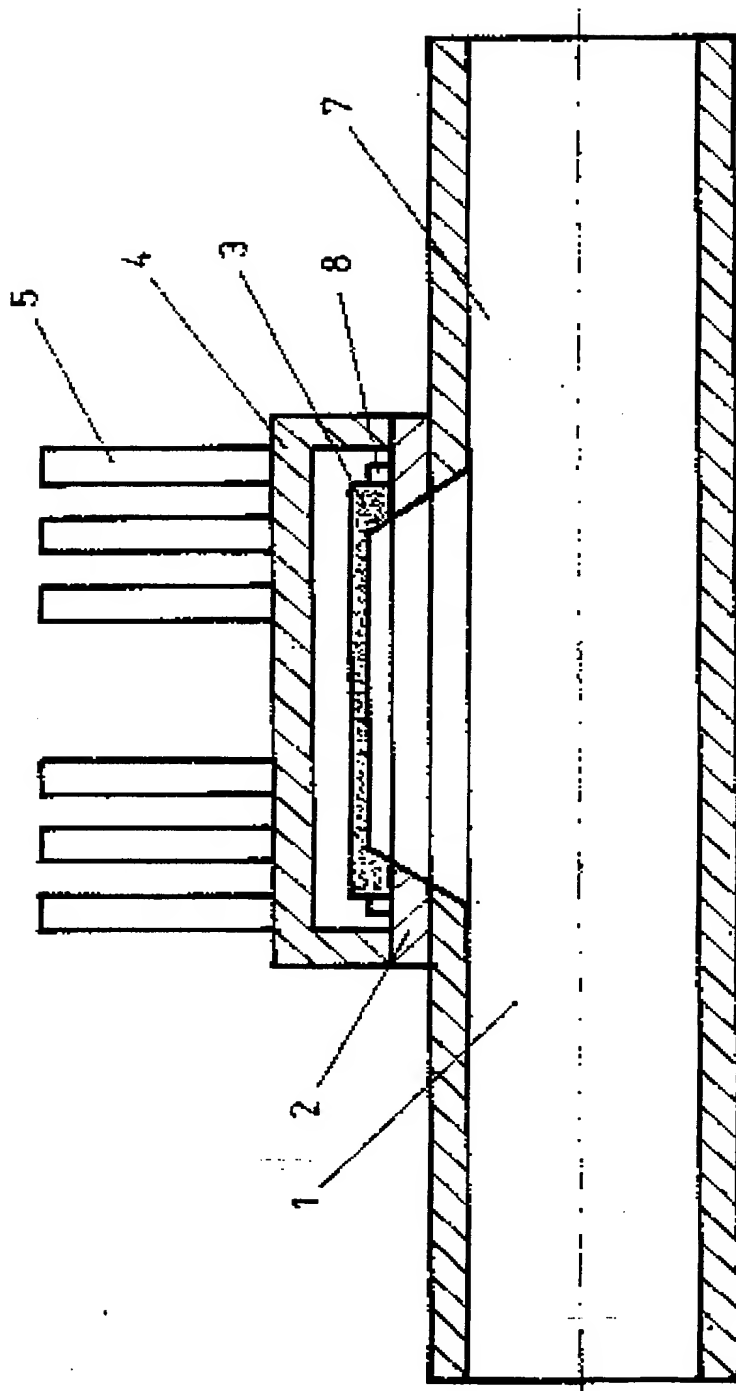
65



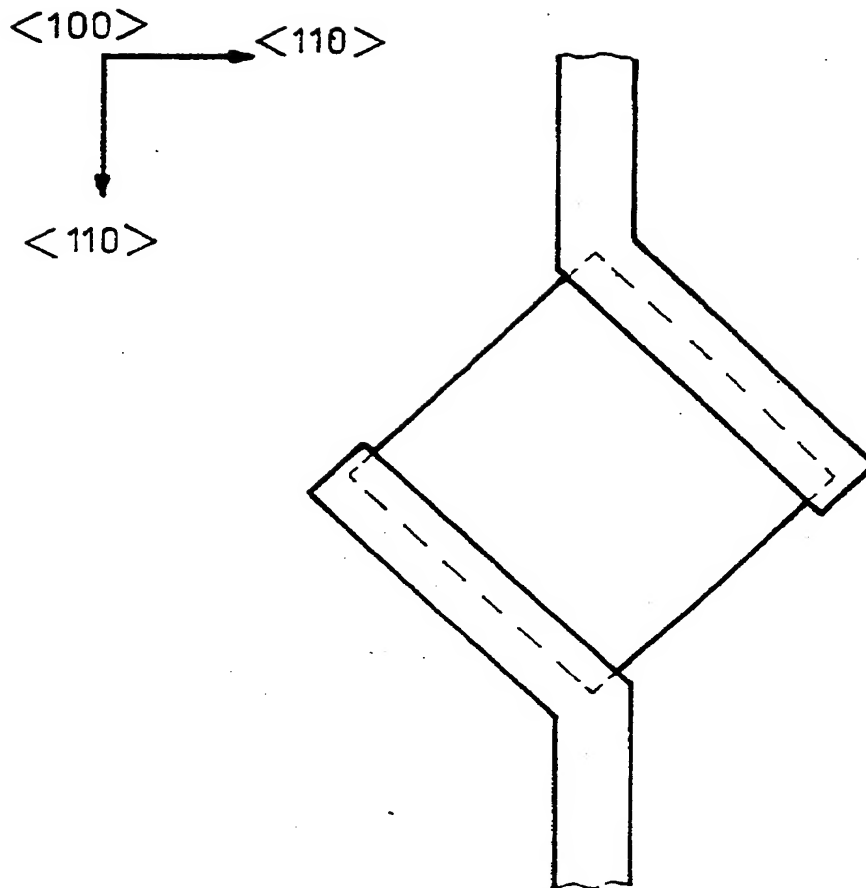
Figur 1 \*



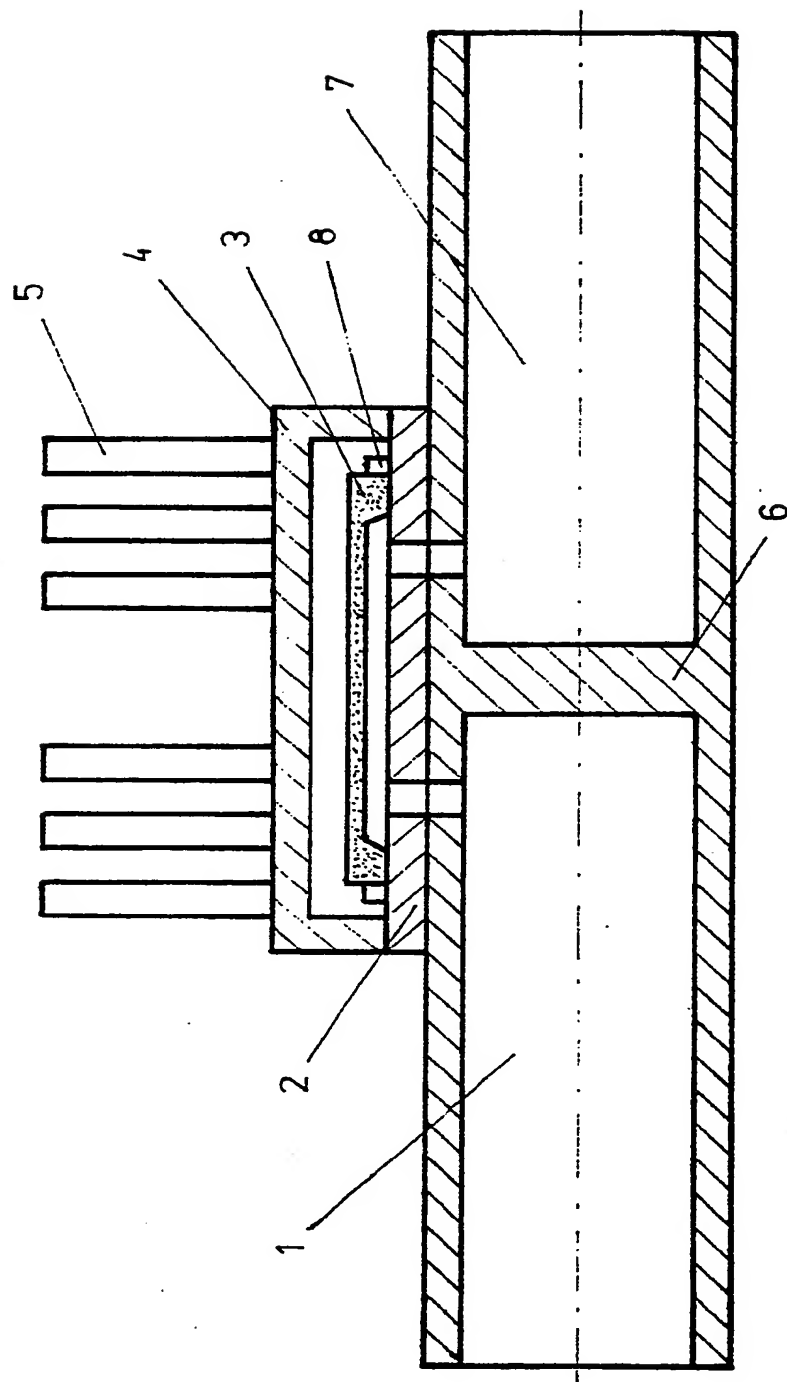
**Figur 2**



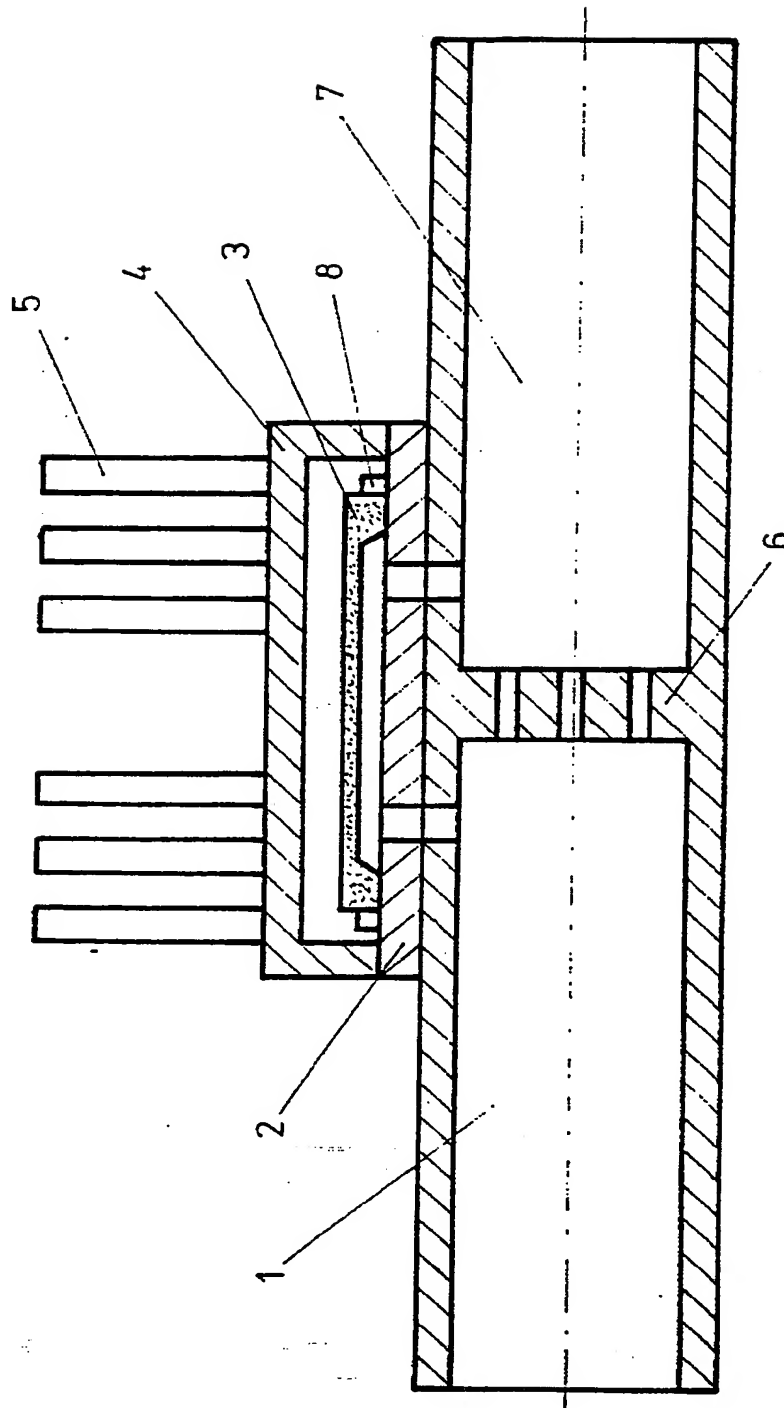
Figur 3



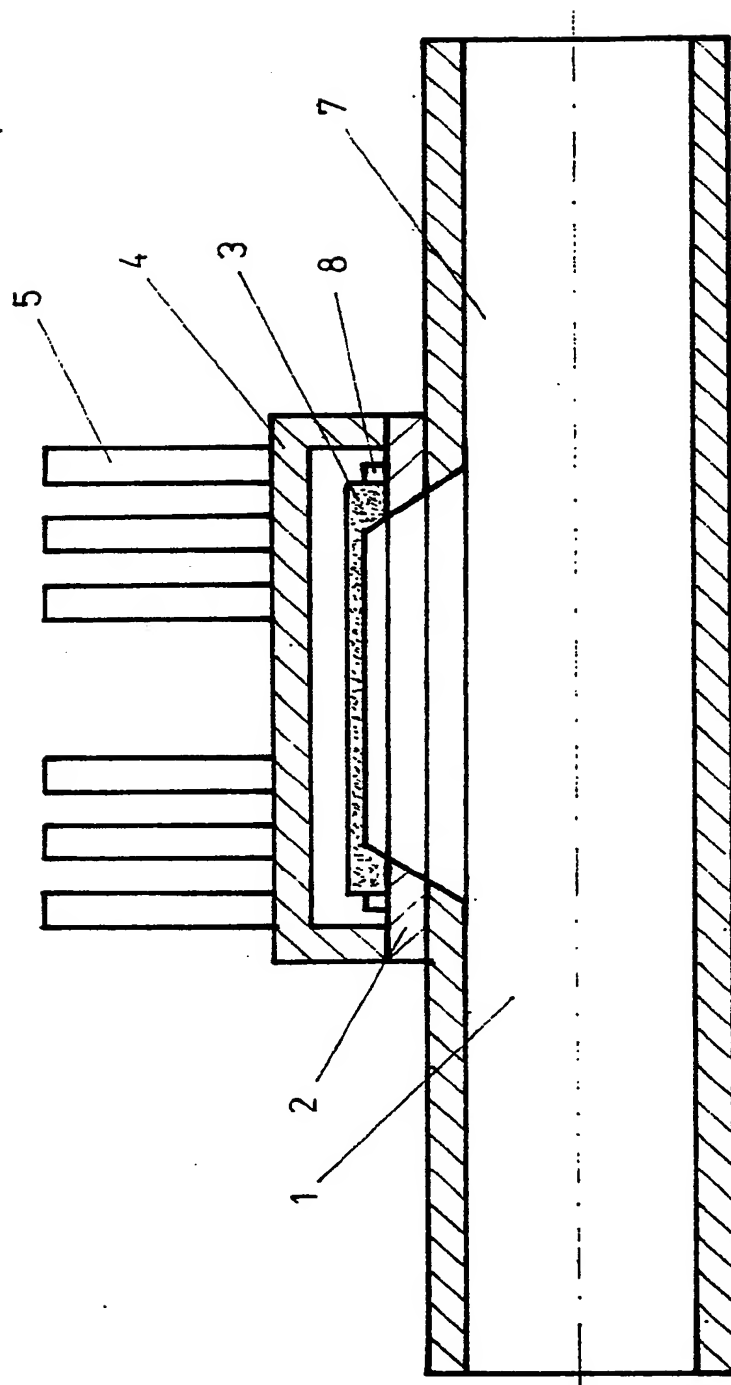
Figur 4



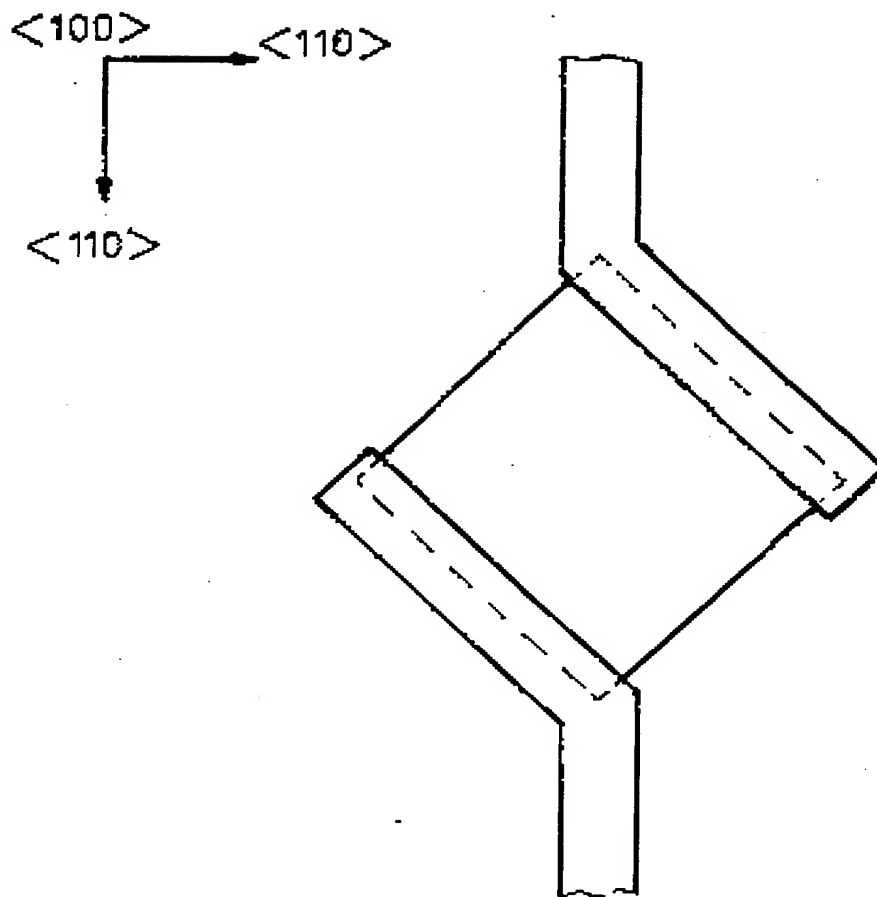
Figur 1 \*



Figur 2



Figur 3



Figur 4

published: 2 October 1995

Title: Detector for measuring flow rates

espacenet abstract:

A trench is positioned on the other side of the substrate, which is shorter than the substrate (3) under these resistances. The substrate is mounted on a baseplate (2), supported and connected to an inlet and outlet pipe stub (1, 7), separated by a partition (6). The positioning of the substrate on the baseplate is achieved by six stop elements (8). Openings in the pipe walls and the baseplate to the ends of the trench, result in the formation of a continuous hollow space for the liquid to be controlled. Electric wire contacts (5) are so placed around the substrate and led out of the housing (4), that a raster of 2.5 mm is maintained.

Translation of col. 2, line 65 – col. 3, line 6

With reference to Fig. 1, which shows the detector for measuring flow rates in sectional view, the first embodiment is described in more detail. The basis is formed by the electro-caloric principle of operation. By means of heating resistors, the fluid is heated and the reaction of the fluid is measured by means of measuring resistors. For this purpose, the heating resistors as well as, in flow direction before and after them, several measuring resistors are placed, at a distance from each other, on a substrate 3, which consists of silicon.

Translation of col. 3, line 55 – col. 4, line 22

A second embodiment is explained in more detail with reference to Fig. 2, which shows a detector for measuring flow rates with a bypass.

The set-up of this embodiment is analog to the first one with one exception. The difference consists of an opening or several openings, which work as bypass, in the tube wall 6 between the input 1 and output ducts 7. These can be adapted to the flow rates to be measured and a universal application becomes possible. The detection of the flow rate occurs via the duct, which is formed by the through openings in the tube walls, the input 1 and output ducts 7, the base plate 2 and the groove in substrate 3. This makes it possible to measure much larger flow rates than in the first embodiment.

Further embodiments result from the addition of grooves into the base plate 2 or into the base plate 2 and the tube walls of the input 1 and output ducts 7. These grooves correspond to the dimensions of the base face of the groove in substrate 3.

When using a groove in the base plate 2, a duct as in the second embodiment is formed, which is characterized in that the cross section is given by the depth of the groove of the substrate 3 and the thickness of the base plate 2. Obviously, also in this solution, the openings to the groove must be provided in the tube-shaped input and output ducts.

In a further embodiment corresponding to the sectional view of Fig. 3, the groove is arranged in base plate 2 as well as in the tube walls of the input 1 and output duct 7 with at least the dimensions of the base face of the groove in substrate 3. In this case, the fluid comes into direct contact with substrate 3.